



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

ULB

# Untersuchung über die Temperaturverteilung in Presseuren von Rollentiefdruckmaschinen

Eschenbach, Wolfram  
(1962)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00014002>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Article

Division: 16 Department of Mechanical Engineering  
16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14002>

---

# UNTERSUCHUNG ÜBER DIE TEMPERATUREN IN PRESSEUREN VON ROLLENTIEFDRUCKMASCHINEN

Mitteilung aus dem Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren an der Technischen Hochschule Darmstadt  
(Direktor Professor Dr. Wolfram Eschenbach)

## INVESTIGATIONS ON TEMPERATURE IN PRESSURE CYLINDERS OF WEB-FED ROTOGRAVURE PRESSES

Information from the Institute for Printing Machinery and Printing Methods at the Technical University of Darmstadt/Germany

*In practical operation of web-fed rotogravure printing difficulties often arise from damaged or destroyed rubber-clad pressure cylinders. Since these damages, in many cases, originate from increase of temperature in the elastic cover of the cylinders, and the stress on the cylinders, with the actual trend to enlarge the press speed, is continuously growing, an investigation of the temperature effect on the elastic pressure cylinder coat is of fundamental importance. In the Institute for Printing Machinery and Printing Methods at the TH of Darmstadt series of experiments have been made to get more information on these problems*

In der Praxis des Tiefdruckbetriebes zeigen sich bei der Arbeit mit Rollenrotationsmaschinen immer wieder Schwierigkeiten durch Beschädigungen und Zerstörungen der Gummi-Pressure. Da solche Zerstörungen in vielen Fällen auf Temperaturerhöhungen in der elastischen Auflage der Pressure zurückzuführen sind und die Beanspruchung der Pressure bei der gegenwärtigen Tendenz zur Steigerung der Maschinengeschwindigkeit ständig wächst, ist eine Untersuchung des Temperaturverhaltens der elastischen Pressurauflagen und der Möglichkeiten zur Beeinflussung dieser Temperaturen von grundlegender Bedeutung.

Im Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren an der TH Darmstadt wurden daher Versuchsreihen gefahren, um Aufschlüsse über diese Probleme zu erhalten.

Der theoretischen Behandlung dieser Vorgänge stellen sich bekanntlich große Schwierigkeiten entgegen, da die einflussnehmenden Faktoren sehr komplex sind. Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde auf Kühlverhältnisse, Maschinengeschwindigkeit (bzw. Walkungszahl pro Zeiteinheit) und Belastung (Liniendruck in der Druckzone) besonderer Wert gelegt. Weitere wesentliche Faktoren sind Material und Dicke der elastischen Auflage des Presseurs, Härte und andere physikalische Eigenschaften des Auflagematerials.

An die Widerstandsfähigkeit der Pressure werden hohe Ansprüche gestellt. Das elastische Material unterliegt bei jedem Durchlauf in der Druckzone hohen mechanischen Wechselbeanspruchungen. Darüber hinaus muß der Belag in hohem Maße unempfindlich gegenüber organischen Lösemitteln sein und soll eine möglichst gute Wärmebeständigkeit besitzen. Der Wärmeentwicklung durch die auftretende Walkarbeit versucht man von seiten der Hersteller durch geeignete Zusammensetzung des Belagmaterials entgegenzuwirken. Presseurschäden treten nicht nur als Folge von Herstellungsfehlern, beispielsweise Blasen

im Belagmaterial oder schlechte Haftung am Stahlkern, auf, sondern, wie bereits erwähnt, häufig als Folge einer thermischen Überlastung des Materials, die zur Bildung von Gasblasen und zu anschließendem Platzen des Presseurs führen kann. Der Presseur durchläuft je nach Druckwerkskonstruktion ein- oder mehrmals je Umdrehung eine Walkzone, in der die Gummiauflage durch mechanische Beanspruchung deformiert wird. Der Gummi verhält sich bei diesen Verformungen nicht rein elastisch. Es tritt ein Energieverlust (Hysteresis) auf. Bei jeder Vollschringung wird ein Teil der Energie absorbiert, was zu einer wachsenden Erwärmung des Gummis führt. In einer graphischen Darstellung wäre die Fläche innerhalb der Hysteresisschleife das Maß für die Arbeit, die zur Überwindung der viskosen Strukturkräfte geleistet werden muß.

In engem Zusammenhang mit den Energieverlusten und der Erwärmung stehen die dynamische Zähigkeit und der dynamische Elastizitätsmodul. Der Elastizitätsmodul der meisten Gummimischungen fällt mit steigender Temperatur. Die Hystereseverluste verschiedener Mischungen lassen sich bei gleicher Wechselkraft und Frequenz vergleichen. Es zeigt sich, daß nur die dynamische Zähigkeit für die Energieverluste maßgebend ist.

Hystereseverluste zweier Mischungen sind dann ihrer dynamischen Zähigkeit direkt proportional.

Der Erwärmung der Gummischicht wirken Wärmeableitung und Wärmeabstrahlung entgegen. Zwischen diesen Vorgängen bildet sich ein Gleichgewichtszustand aus, der bei einer um so höheren Temperatur erreicht wird, je geringer die Wärmeleitfähigkeit der Mischung ist. Es entspricht der allgemeinen Annahme, daß die Lebensdauer bei dynamischer Beanspruchung hauptsächlich eine Funktion der Temperaturerhöhung ist und daß Mischungen, die geringere Temperaturerhöhung zeigen, solchen mit höherer überlegen sind.

# SKIZZE DER VERSUCHSMASCHINE

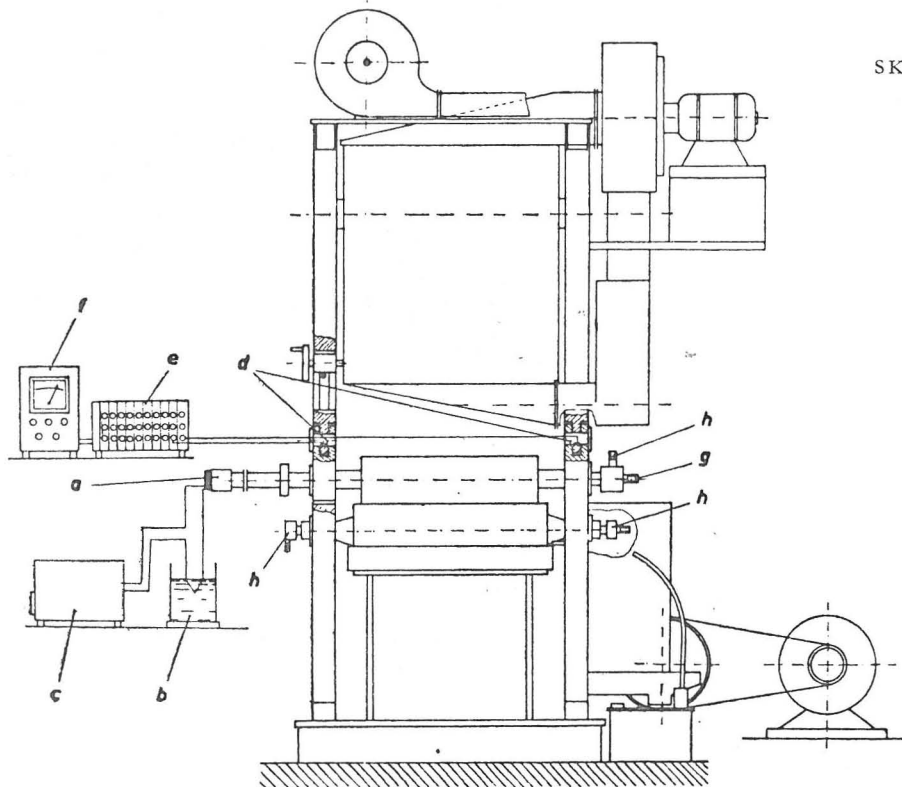


Bild 1

- a Schleifringgerät
- b Vergleichsmeßstelle ( $0^{\circ}\text{C}$ )
- c Lichtstrahlloszillograph
- d Stützkraftgeber
- e Umschalteneinheit
- f Meßverstärker
- g Kühlwassereinlauf
- h Kühlwasserauslauf

Diese aus der Gummiforschung bekannten Erkenntnisse ergänzen die Meßergebnisse in anschaulicher Weise. Die Versuche wurden an der im Institut vorhandenen Versuchs-Tiefdruckmaschine durchgeführt. Die Maschine besteht aus Ab- und Aufrolleinrichtung und einem Druckwerk im üblichen Aufbau (Bild 1), Bahnbreite 670 mm, Zylinderumfang 594 mm. Sie ist für 12 000 Formzylinderumdrehungen je Stunde konstruiert. Presseurtemperatur und Formzylindertemperatur wurden in Abhängigkeit von Drehzahl und Zeit verfolgt. Zur Kontrolle der Presseurstützkraft wurde ein Stützkraftaufnehmer eingebaut.

Zur meßtechnischen Erfassung der verschiedenen Betriebsbelastungen wurde das Dehnmeßstreifen-Prinzip herangezogen. Der einer Biegebeanspruchung unterliegende Zapfen in der Kraftübertragung erhielt auf der Unterseite eine plane Fläche, auf der ein Dehnmeßstreifen angebracht wurde, ein weiterer Streifen zur Temperaturkompensation befindet sich am Zapfenbund (Bild 2a). Mit Hilfe einer Eichvorrichtung, die konstruktiv den angrenzenden Teilen der Maschine entsprach, wurde in einer hydraulischen Prüfmaschine die Eichung vorgenommen. Der Meßwert wurde über eine Trägerfrequenz-Meßbrücke erhalten. Diese Meßanordnung gestattet die konti-

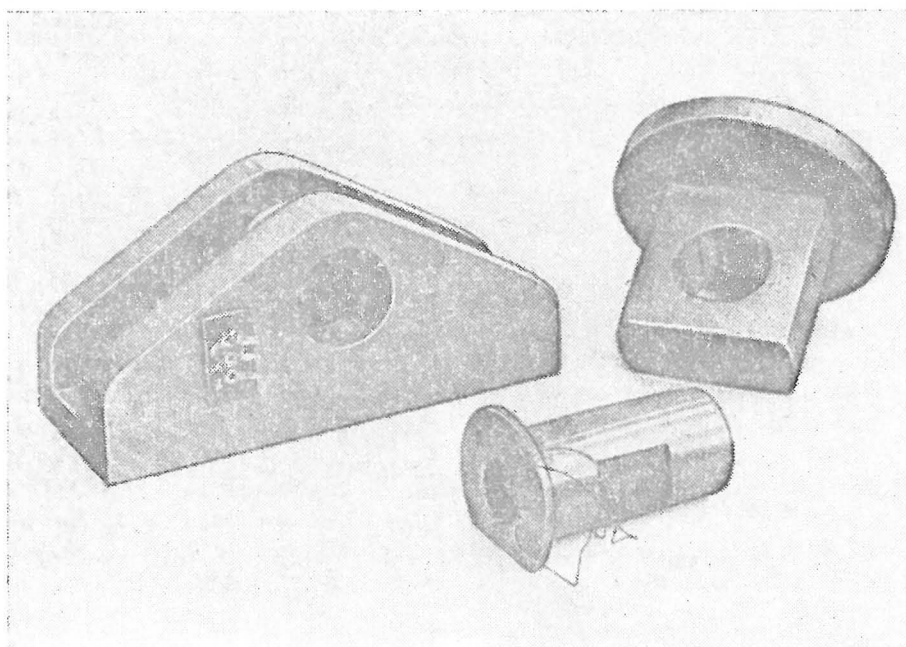


Bild 2a

- Stützkraftaufnehmer
- mit Eichvorrichtung

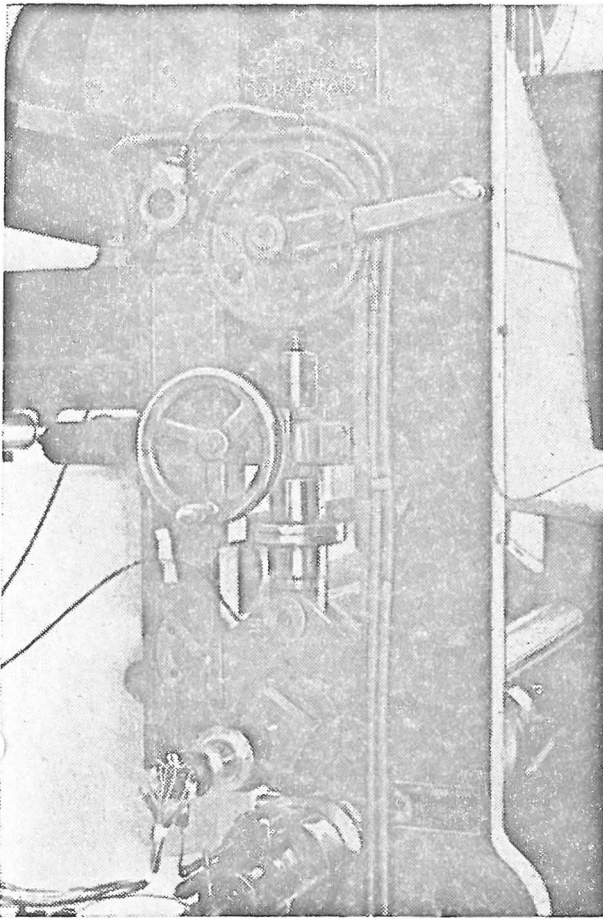


Bild 2b Versuchstiefdruckwerk mit Stützkraftaufnehmer

nuierliche Messung und Kontrolle der Presseurstützkraft. Über eine Umschalteneinheit können beide Stützkraftkomponenten abwechselnd auf die Meßbrücke gegeben werden. Der Formzylindermantel ist auf einer Achse aufgespindelt. (Der Versuchszylinder trug eine geätzte Volltonfläche). Der zwischen Zylindermantel und Achse befindliche ringförmige Hohlraum konnte für die Zylinderkühlung nutzbar gemacht werden; das Kühlwasser wurde dabei durch die Zylinderzapfen zu- und abgeführt.

Zur Temperaturmessung wurde ein NiCr-Ni-Thermoelement in eine Bohrung an der Stirnseite des Formzylinders, 0,5 mm unter der Zylinderoberfläche eingeklebt. Die Meßstelle befand sich dabei 3 mm von der Stirnfläche entfernt. Die Thermospannungen wurden über einen Quecksilber-Schleifringkörper vom Formzylinder zum Meßgerät übertragen. Damit konnte die Formzylindertemperatur

zum Vergleich mit herangezogen werden. Die Eichung erfolgte nachträglich. Das eingeklebte Thermoelement wurde zu diesem Zweck aus dem Formzylindermantel herausgelöst, um eine aufwendige Temperierung des gesamten Zylinders zu umgehen.

Die Aufgabe, Temperaturen in der elastischen Auflage des Presseurs zu messen, erwies sich als wesentlich schwieriger. Der Stahl-Grundkörper des verwendeten Presseurs war hohl und konnte daher mit Hilfe einer Bohrung durch einen Zapfen mit einer Vorrichtung zur Zu- und Abfuhr von Kühlwasser versehen werden. Es war also möglich, sowohl den Presseur als auch den Formzylinder mit Wasser von innen zu kühlen.

Den Aufbau des Presseurs mit Kühlvorrichtung zeigt Bild 3, aus dem auch die Verteilung der einvulkanisierten Thermoelemente über die Zylinderbreite hervorgeht. Die Stärke der Gummiauflage beträgt 15 mm und setzt sich aus mehreren Schichten zusammen, da z. Z. kein Material zur Verfügung steht, das die verschiedenen Aufgaben der elastischen Auflage allein zufriedenstellend bewältigt.

Die Grundaufgabe muß zuverlässig auf dem rau überdrehten Stahlkern des Presseurs haften. Diese Aufgabe übernimmt im vorliegenden Fall eine 3,5 mm starke Hartgummischicht. Es folgt eine zweite, etwa 1 mm starke Hartgummischicht als Übergangs- und Kontaktschicht zum oberen Weichgummibelag, dessen Eigenschaften für die Druckqualität maßgebend sind. Die Härte der oberen Schicht beträgt 75° Shore.

Der Einbau der Temperaturfühler mußte von vornherein in den Herstellungsprozeß der Gummiauflage eingegliedert werden; ein nachträglicher Einbau ist wegen der sonst bleibenden Inhomogenität des Aufzugsmaterials nicht möglich. Eine Störung der Homogenität des Aufzuges läßt sich zwar nicht vermeiden, sie wurde jedoch durch die Verwendung von Thermoelementen (NiCr-Ni) mit 0,2 mm Durchmesser möglichst klein gehalten. Es wäre wünschenswert gewesen, bei einem kleineren Durchmesser zu bleiben, jedoch hätte dann die mechanische Festigkeit des Drahtes bei der hohen Beanspruchung durch die Walzung im Gummi nicht ausgereicht. Die geringen Abmessungen des Fühlers und sein guter Kontakt zum umgebenden Material sicherten ein schnelles Ansprechen. Als elektrische Isolation konnte dabei das Aufzugsmaterial selbst dienen.

Trotz der Drahtstärke von 0,2 mm reichte die mechanische Widerstandsfähigkeit der Elemente nicht aus, um Temperaturmessungen in der Weichgummischicht durchführen zu

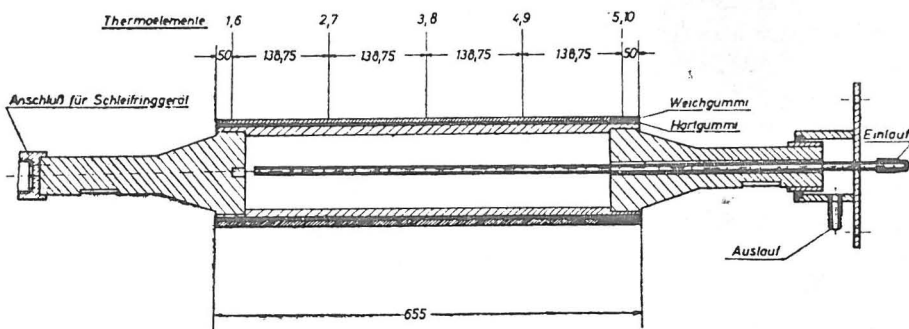


Bild 3 Gummipresseur mit Kühlvorrichtung und Positionsangabe der Meßstellen



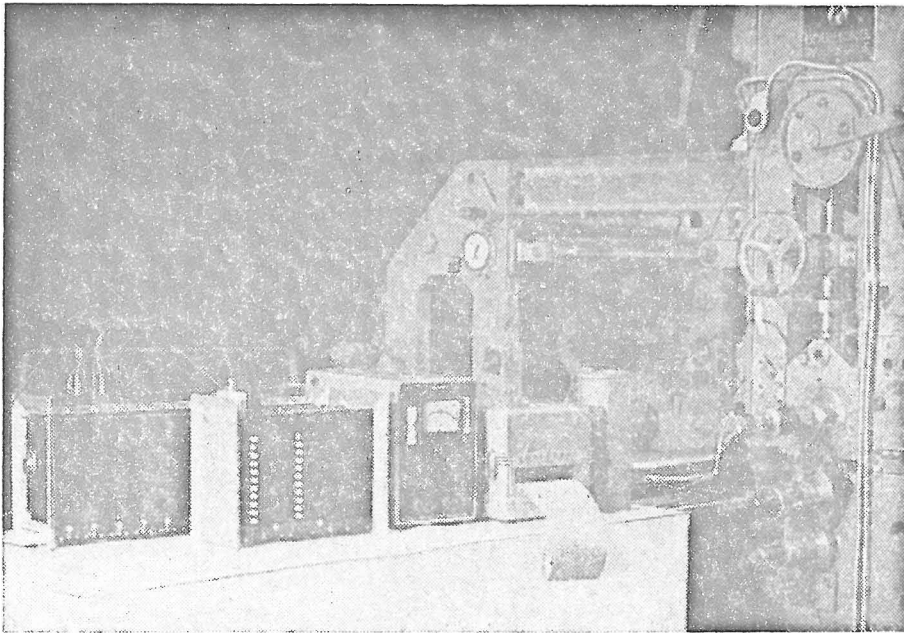


Bild 4  
Versuchstiefdruckwerk  
mit Meßplatz

können. Im Rahmen dieser Versuche mußte deshalb davon abgesehen werden, die Temperaturverteilung über die Belagdicke zu messen. Es konnten daher nur die Temperaturen an der Hartgummischicht gemessen werden.

Zu Bild 4:

Bei den Messungen wurde nach dem Vergleichsstellenprinzip gearbeitet, d. h. jedem Thermoelement wurde ein gleichartiges entgegengeschaltet und auf konstanter Temperatur gehalten. Die Thermospannungen wurden auch hier über ein Schleifringgerät abgenommen und einem Mehrkanal-Lichtstrahloszillographen zugeführt. Alle Verbindungsstellen am Schleifringgerät mußten zur Vermeidung von Meßfehlern auf gleicher Temperatur gehalten werden. Zur Auswertung der Meßergebnisse wurden Eichkurven benutzt. Bei der Eichung wurde der gesamte Presseur in ein Temperaturbad eingehängt, um die individuellen Eichkurven der Thermoelemente zu ermitteln.

Es wurde mit den Versuchen bei geringer mechanischer Beanspruchung begonnen, um den vorzeitigen Bruch der einvulkanisierten Elemente zu vermeiden. Die Meßwerte der einvulkanisierten Thermoelemente wurden durch Einstichmessungen mit einer Thermonadel kontrolliert. Dabei lagen die aufgetretenen Abweichungen zwischen beiden Verfahren unter 8 Prozent.

Die Mehrzahl der Messungen wurde wegen der hohen Papierkosten ohne Papier und Farbe bei laufender Maschine vorgenommen. Die Ergebnisse sind also nicht absolut zu werten, sie kennzeichnen jedoch die Abhängigkeiten der Presseurerwärmung von den gewählten Veränderlichen, so daß sinnvolle Schlußfolgerungen gezogen werden können. Ein Vergleich der sich einstellenden Beharrungstemperatur bei Maschinenlauf mit und ohne Papier erbrachte deutlich niedrigere Temperaturen bei Papierlauf gegenüber dem Lauf ohne Papier bei sonst gleichen Versuchsbedingungen.

Bild 5 (a, b) gibt den Temperaturverlauf über der Zeit wieder, wie er bei Einstichmessungen mit Thermonadeln

gemessen wurde. Es zeigt sich jeweils der steile Anstieg zu Beginn der Messungen und die langsame Näherung an einen Gleichgewichtswert. Sehr deutlich wird dabei der Einfluß der Drehzahl und der Druckanstellung. Der Vergleich der Diagramme 5 a und 5 b gibt die Temperaturverteilung bei einer Liniendruckerhöhung von 24 kp/cm auf 50,2 kp/cm. Die einzelnen Diagramme zeigen den Einfluß der Drehzahl bei gleicher Druckanstellung. Bei diesen Einstichmessungen konnte deutlich die Veränderung der Festigkeit des Aufzugmaterials mit der Temperatur festgestellt werden. Die für den Einstich aufzubringende Kraft nahm mit steigender Temperatur merklich ab. Der Temperaturwert wurde jeweils 15 Sekunden nach dem Einstich bestimmt, da sonst die beim Einstich entstehende Reibungswärme größere Abweichungen von dem zu messenden Wert ergeben hätte.

Bild 6 zeigt den Temperaturverlauf im Presseuraufzug entlang der Drucklinie für verschiedene Kühlverhältnisse, bei konstanter Maschinengeschwindigkeit. Es wird deutlich, daß die Temperatur zu den Presseurrändern hin zunimmt. Diese Abweichungen sind im wesentlichen auf die ungleichmäßige Druckverteilung auf Grund der Durchbiegungen von Formzylinder und Presseur zurückzuführen. Diese Unterschiede wurden bei Versuchen mit höherer Druckanstellung größer. Im praktischen Betrieb, also wenn mit Papier gefahren wird, sind Formzylinder und Presseur voneinander durch das durchlaufende Papier getrennt, welches sich hierbei erwärmt und somit kühlend wirkt.

Klar zeigt sich der Vorteil der Presseurrinnenkühlung. Bei Verwendung von Kühlwasser mit etwa 15 ° C konnte z. B. bei einem Versuch die Presseurtemperatur bei sonst gleichen Versuchsbedingungen von 40 ° C auf 25 ° C gesenkt werden.

Bild 7 zeigt die mit den einvulkanisierten Elementen gemessenen Temperatursteigerungen über der Zeit. Kühlverhältnisse und Liniendruck wurden variiert. Besonders

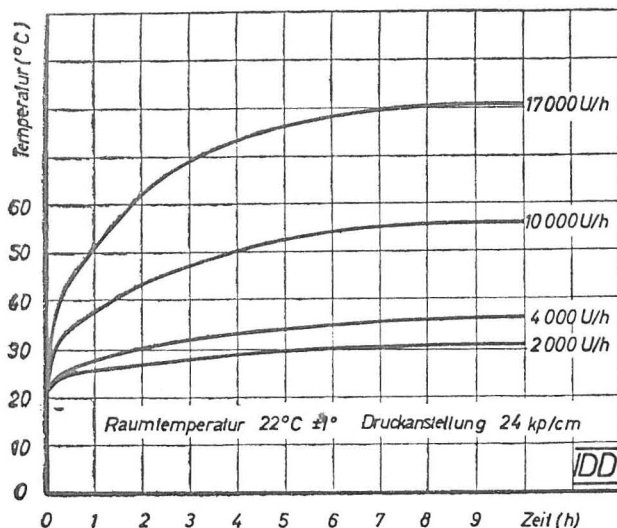
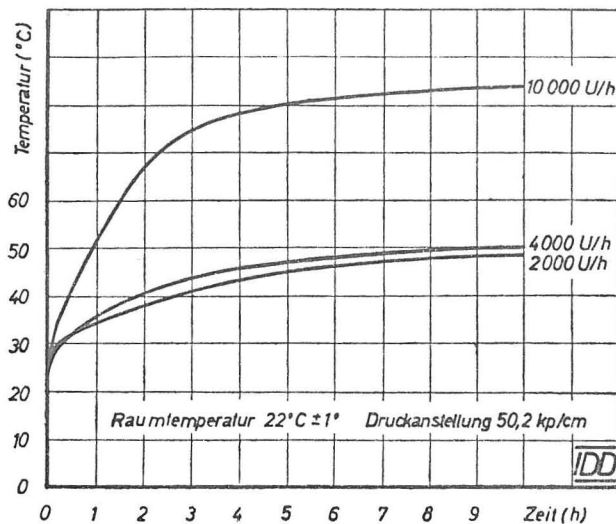


Bild 5a, 5b Temperaturen im Presseurbelag in Abhängigkeit von der Zeit (Messung durch Einstich mit Thermoaderl)



interessant und unerwartet ist dabei der Temperaturverlauf bei Presseurinnenkühlung. Die Temperatur steigert sich hier nämlich nicht bis zu einem Gleichgewichtswert, sondern steigt kurzzeitig bis zu einem Maximum an und fällt dann um 10 bis 35 Prozent bis zum Erreichen des Beharrungswertes. Diese Erscheinung wie auch der besondere Kurvenverlauf der anderen Messungen dürften in erster Linie mit den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Aufzugsmaterials, also mit strukturellen Änderungen während der Versuchsläufe erklärbar sein. Die Erscheinungen waren für alle Versuche und Meßstellen charakteristisch.

Bild 8 zeigt, gemittelt über alle Meßstellen, den Temperaturabfall, der mit der Presseurinnenkühlung erreicht wurde. Nach Erreichen der Beharrungstemperatur ohne Kühlung wurde mit dem Kühlwasserzustrom begonnen. Das Diagramm zeigt das Einspielen der Temperatur auf den neuen gleichbleibenden Wert.

Einen interessanten Aufschluß über die Kraftverhältnisse in der laufenden Maschine gab die Messung der Stützkraft (Bild 9) bei gleichbleibender Druckanstellung in Abhängigkeit von der Temperatur. Die durch die Erwärmung verursachten Dehnungen bewirken eine beachtliche Steigerung der Druckspannungen (hier um etwa 62 Prozent). Durch die hohe Beanspruchung des Presseurs bei den Versuchsreihen trat die eingangs erwähnte Schadensmöglichkeit der Gasblasenbildung durch Überhitzung des Aufzuges ein. Da das an dieser Stelle befindliche Thermopaar funktionstüchtig geblieben war, ergab sich die Möglichkeit, eine Vergleichsmessung durchzuführen, die deutlich einen wesentlich steileren Anstieg der Temperaturkurve an dieser Fehlerstelle gegenüber den flacher verlaufenden Temperaturkurven an den unverletzten Aufzugstellen zeigt (Bild 10). Nebenbei sei bemerkt, daß infolge der durch die Presseurerwärmung bewirkten anwachsenden Druckspannung (Vergrößerung des aktiven Radius des Gummibelages!) eine störende Beeinflussung des Papierzuges eintreten kann.

Die Ausgangstemperaturen der Messung sind im Diagramm vermerkt, ebenfalls ist die Formzylindertemperatur aufgetragen, die nur eine unbedeutende Steigerung

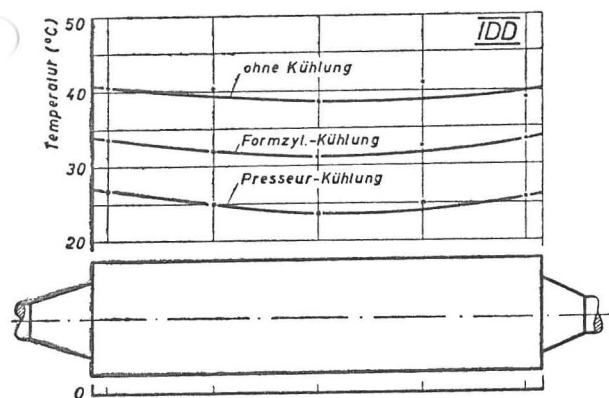


Bild 6 Temperaturen im Presseurbelag entlang der Druckzone. — Maschinengeschwindigkeit: 4000 U/h — Druckanstellung: 24 kp/cm

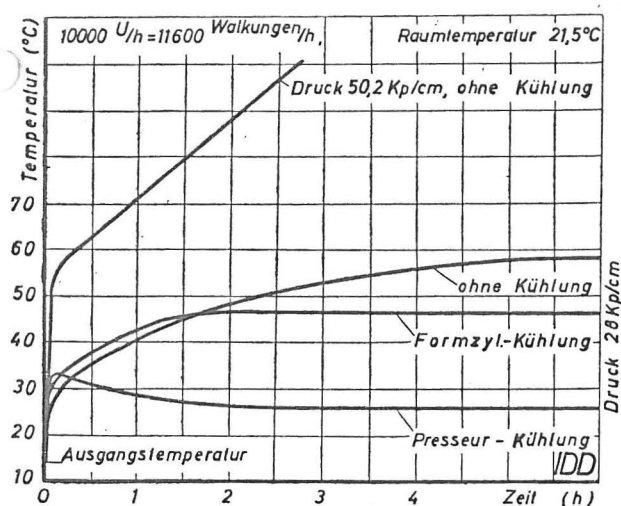


Bild 7 Temperaturen in der Hartgummischicht in Abhängigkeit von der Zeit bei verschiedenen Versuchsbedingungen an einer Meßstelle (2 s. Bild 2)

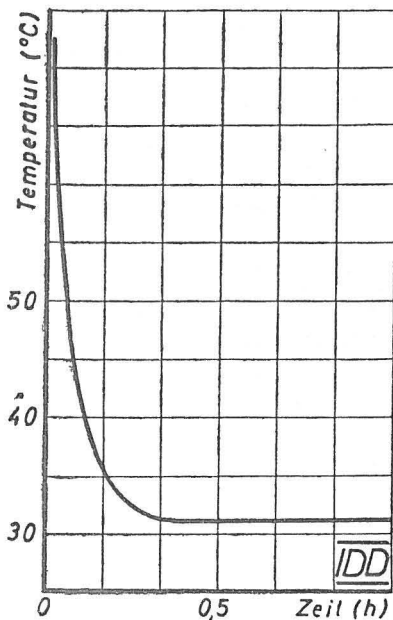


Bild 8 Temperaturabfall bei Einsetzen der Presseurinnenkühlung während des Maschinenlaufs (Mittelwert). Maschinengeschwindigkeit: 17 000 U/h. Druckanstellung: 24 kp/cm

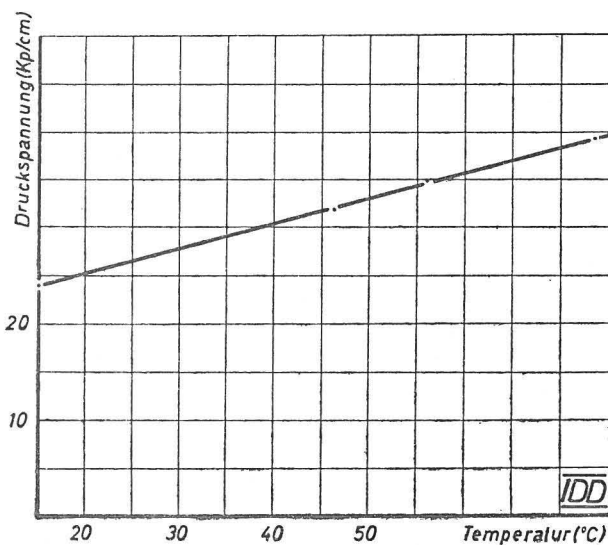


Bild 9 Stützkraftverlauf in Abhängigkeit von der Temperatur bei konstanter Druckanstellung (24 kp/cm). — Maschinengeschwindigkeit: 17 000 U/h

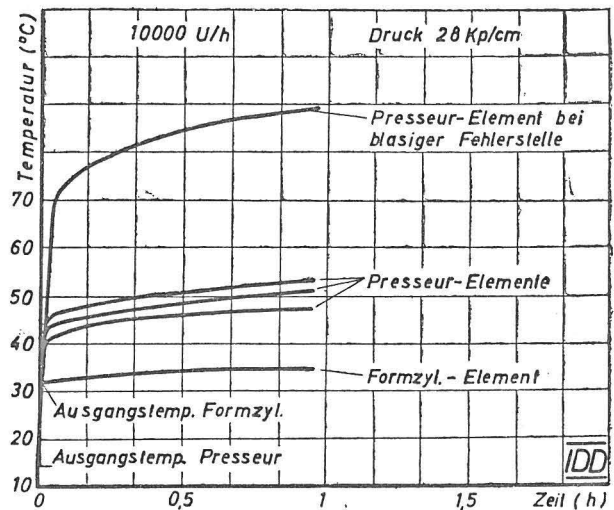


Bild 10 Vergleich des Temperaturverlaufs — Formzylinder-Pressur unverletzt — Fehlerstelle am Presseurbelag unter konstanten Versuchsbedingungen

aufweist. Sie liegt in diesem Falle wesentlich unter der Presseurtemperatur, da dieser Versuch mit Papier gefahren wurde. Ohne Papierlauf würde sich die Formzylinder-temperatur der Presseurtemperatur angleichen. Hier wird der geringe Wärmeübergang vom Presseur durch das Papier auf den Formzylinder deutlich. Die Temperatur der Presseuroberfläche, die mit dem Papier in Berührung kommt, war trotz der erhöhten Innentemperatur wegen der Energieabfuhr durch das Papier nur unbedeutend höher als die Papiertemperatur. Verarbeitet wurde ein handelsüblich satiniertes Tiefdruckpapier etwa 70 gr/m<sup>2</sup>. Damit kann als erwiesen gelten, daß eine Formzylinderkühlung auf die Presseurtemperatur in der Praxis keinen merklichen Einfluß hat.

Die Abhängigkeit vom Presseurdurchmesser, den Belageigenschaften und der konstruktiven Anordnung mit und ohne Stützwalzen wurden im Rahmen der beschriebenen Versuche nicht erfaßt. Derartige Untersuchungen sind angelaufen.

Von seiten des Institutes wird allen gedankt, die in irgendeiner Weise zum Gelingen dieser Untersuchungen beigetragen haben.

## LITERATUR

A. Braun: Der Tiefdruck, Polygraph-Verlag Frankfurt/M., 1952

E. Kollerker, W. Matuschke: Der Moderne Druck, Hammerich & Lesser-Verlag, Hamburg, 1956

E. B. Davis: Warum Tiefdruckwalzen mit- unter enttäuschen. Z. Gravure, Juli 1956

K. Ditterich: Probleme bei der Temperaturmessung mit Thermoelementen, Z. VDI-Zeitschrift 103/1961, Nr. 20

Hartmann & Braun AG.: Genaue Temperaturmessungen mit Thermoelementen

K. Guthmann: Toleranzen und Fehler bei der Temperaturmessung mit Thermoelementen, Stabreisen-Verlag mbH.,

O. Krischer, K. Kröll: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, Berlin | Göttingen | Heidelberg, 1956

I. Kruse, T. Timm: Die Temperaturabhängigkeit des mechanischen und spannungsoptischen Verhaltens von Elastomeren, Deutsche Kautschukgesellschaft, 1958

F. H. Müller: Kalorimetrische Messungen bei der Deformation von Kautschuk, Deutsche Kautschukgesellschaft, 1958

P. Kainradl, F. Händler: Verformungseigenschaften von Kautschukvulkanisaten, Deutsche Kautschukgesellschaft, 1956

F. Müller: Betrachtungen zum Zugdehnungsverhalten von Kautschuk, Deutsche Kautschukgesellschaft, 1956

P. Kainradl, F. Händler: Eigenschaften von Kautschukvulkanisaten und Corden bei schnellen Verformungen, Deutsche Kautschukgesellschaft, 1951